

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-167243

(43)公開日 平成7年(1995)7月4日

(51)Int.Cl.⁶
F 16 H 25/22
25/24

識別記号 庁内整理番号
C 9242-3 J
D 9242-3 J
B 9242-3 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 FD (全7頁)

(21)出願番号 特願平6-196196

(22)出願日 平成6年(1994)7月29日

(31)優先権主張番号 099945

(32)優先日 1993年7月30日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 591045518

デーナ、コーポレイション
DANA CORPORATION
アメリカ合衆国オハイオ州43615、トレ
ド、ドア・ストリート 4500番

(72)発明者 マーク、ディー、ローリンガ
アメリカ合衆国イリノイ州60098、ウッド
ストック、ノース・ペントン・ストリート
126-1/2番

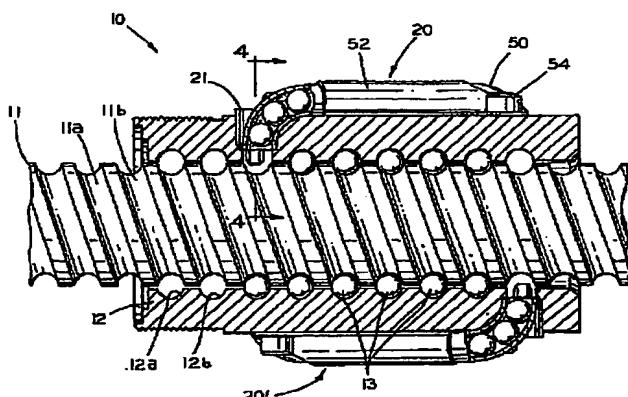
(74)代理人 弁理士 真田 雄造 (外1名)

(54)【発明の名称】 ポールナットねじアセンブリ

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 構造及び操作が簡単かつ安価なポールねじ装置を提供する。

【構成】 ポール13をポール再循環管20、20'内に又これからそらせる機構は、ナット12を貫いて形成されこのナットの外面から内方にねじ11及びナット12に形成した相補的なつる巻きねじ山11a、12a及びつる巻きねじ山11b、12bの軸線方向端部に延びる1対の穴21を備えている。各穴内には、その内面のまわりに部分的に延びる段を形成してある。各穴内に各ポール13を、つる巻きねじ山内に又これ等から案内するようにスカート状そらせ部材を設け、そらせ部材は、上部フランジ部分及び垂下スカート状部分を備えている。取上げ指状部材は、スカート状部分の下端部から下方にさらに各穴内に延びている。スカート状部分と取上げ指状部材の間に段を形成してある。各ポールを各穴間に移送するように管50を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ねじ山が形成された外面を持つねじと、ねじ山を形成した内面を定めるように形成した貫通穴を持つナットであって、このナットのねじ山からこのナットの外面まで延びるように貫通して形成された第1及び第2の穴をさらに持つナットと、

前記ねじのねじ山と、前記ナットのねじ山との両方に配置された複数個のボールと、

前記ボールを前記第1及び第2の穴内に、又これ等の穴から外へそらせるように、前記ナットのねじ山及び前記ねじのねじ山内に延びる垂下スカート状部分と、フランジ部分とをそれぞれ持ち、前記各穴内に配置されたスカート状そらせ部材を備え、前記各ボールを前記第1及び第2の穴間に再循環させる再循環手段と、を備えたボールナットねじアセンブリ。

【請求項2】前記各スカート状そらせ部材の前記スカート状部分に、このスカート状部分の第1の端部から前記ナットのねじ山及びねじのねじ山内に延びる取上げ指状部材と、前記スカート状部分と前記取上げ指状部材の間に延びる支持ウエブとを設けた請求項1のボールナットねじアセンブリ。

【請求項3】前記各スカート状そらせ部材に、前記スカート状部分及び取上げ指状部材の間に形成された段を設けた請求項2のボールナットねじアセンブリ。

【請求項4】前記再循環手段に、前記段に接触する端部部分を持つ管を設けた請求項4のボールナットねじアセンブリ。

【請求項5】前記第1及び第2の穴の形状を半円形にした請求項1のボールナットねじアセンブリ。

【請求項6】前記第1及び第2の各穴内で前記ナットに段を形成した請求項1のボールナットねじアセンブリ。

【請求項7】前記各スカート状そらせ部材に、前記スカート状部分及び取上げ指状部材の間に形成した段を設け、前記スカート状そらせ部材に形成した前記段と、前記ナットに形成した前記段とを同一平面上に配置した請求項6のボールナットねじアセンブリ。

【請求項8】前記再循環手段に、前記各穴内の前記各段に接触する1対の端部部分を持つ管を設けた請求項7のボールナットねじアセンブリ。

【請求項9】前記ナットに、前記第1及び第2の穴に隣接して1対の第1の凹入部を形成し、前記スカート状そらせ部材の前記フランジ部分を前記第1の凹入部に位置させた請求項1のボールナットねじアセンブリ。

【請求項10】前記スカート状そらせ部材の前記各フランジ部分に、貫通する穴を形成し、前記スカート状そらせ部材を前記ナット上に保持するように、前記穴を貫いて前記ナットに形成した各ねじ穴内に1対のねじファスナが延びるようにした請求項1のボールナットねじアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般にボールナットねじ装置 (ball nut and screw device)、ことにこのようなボールナットねじ装置に含まれるボールをボール再循環管内に又このボール再循環管からそらせる改良された構造に関する。

【0002】

【従来技術】ボールナットねじ装置は、一方の部材の回転運動を別の部材の直線運動に変換するようにしたよく知られている装置である。典型的なボールナットねじ装置は、ナットを貫いて形成した円筒形の穴を貫いて延びる細長い円筒形のねじ (screw) を備えている。このねじの外面とナットの内面とは、横断面が一般に半円形の相補的な (complementary) つる巻きねじ山 (thread) を持つように形成してある。しかしこのねじの外径は、ナットを貫いて形成した穴の内径より小さい。すなわちねじの外面とナットを貫いて形成した穴の内面とは相互には接触しない。より正確には、ねじ及びナットの間には複数個のボールを配置してある。各ボールはねじ及びナットに形成した相補的な両ねじ山内に部分的に延びこれ等両者間に玉軸受装置と同様なころがり係合を生ずるようにしてある。

【0003】典型的にはねじは回転動力の源に連結してあるが、ナットは動かそうとする荷重に連結してある。ナットは、その荷重との連結により、通常回転しないよう拘束される。すなわちねじを回転動力の源により回転するときは、ナット (及びこれに連結した荷重) はねじに対し軸線方向に動かされる。ねじ及びナットの相補的なねじ山によるボールのころがり係合によって、ナットのこのような直線運動は極めてわずかな摩擦のもとに行われる。若干の用途では、ねじは動かそうとする荷重に又ナットは回転動力の源にそれぞれ連結するのが望ましいことは明らかである。

【0004】しかしボールがねじ及びナットの相補的なねじ山を経て転動する際に、これ等のボールは又これ等のねじ山を経て軸線方向に転動する。ボールの軸線方向の転動運動に適応するのに、ボールを無端の端で相補的なねじ山の一端部から他端部に再循環させる機構を設けることはよく知られている。このボール循環機構は典型的には、ナットを貫いて形成された相補的なねじ山の互いに對向する端部からナットの外面に外方に延びる1対の穴を備えている。これ等の2つの穴の間でナットの外面を横切って管が延びている。この管は、ボールをナットの一端部の穴からその外面を横切りこのナットの他端部の穴内に導き各ボールの軸線方向の転動運動に適合するようになる。

【0005】再循環ボールの管内への又管からの平滑の移行を容易にする若干の手段を設けることはよく知られている。一形式のボールナットねじ装置では、管の各端

部に、各穴を貫いて相補的なねじ山の区域内に延びる一体の指状部分を設けてある。有効ではあるが、管の指状部分は、比較的細くて損傷しやすい。他の形式のボールナットねじ装置では、そらせ部材本体を各ナット穴に隣接してねじ及びナットの相補的なねじ山内に取付けてある。各そらせ部材には、ボールに接触しこれ等のボールを管及び相補的なねじ山の端部内に又これ等の端部からそらせる表面を形成してある。通常、各そらせ部材は、取付け穴を貫いてナットの外部に設けたねじファスナに延びる植込みボルト部分によりナットの内部から取付けてある。この構造は、前記した管の指状部分構造より強度が向上するが、取付けに一層費用がかかりかつ一層困難である。すなわちボールナットねじ装置内に含まれるボールを、構造及び操作が簡単かつ安価なボール再循環管内に又この管からそらせる改良された機構を設けることが望ましい。

【0006】

【発明の開示】本発明は、ボールねじ装置内に含まれるボールをボール再循環管内に又この管からそらせる改良された機械に係わる。ボール再循環機構は、ナットを貫いて形成されこのナットの外面からねじ及びナットに形成した相補形つる巻きねじ山の軸線方向端部に内方に延びる1対の穴を備えている。各穴内には、その内面のまわりに部分的に延びる段を形成してある。これ等の各穴内にはボールを相補的なねじ山内に又これ等のスレッドから案内するスカート状そらせ部材(*skirt deflector*)を設けてある。各スカート状そらせ部材は、上部フランジ部分及び垂下スカート状部分(*dependent skirt portion*)を備えている。上部フランジ部分は、一般に卵形で各穴に隣接してナットの上面に形成した各卵形凹入部内にはまるよう寸法を定めてある。各垂下スカート状部分は、形状が一般に半円形で穴内に設けた段に対向してはまるよう寸法を定めてある。取上げ指状部材は、各スカート状部分の下端部から下方にさらに各穴内に延びている。各スカート状そらせ部材では、スカート状部分及び取上げ指状部材の間に段を形成してある。スカート状そらせ部材に形成した段は、スカート状そらせ部材を穴内部に取付けたときに各穴内に形成した段に対向して位置する。これ等の穴の間にボールを移送する管を設けてある。この管は、下方に湾曲し各穴内に延びる互いに対向する1対の端部部分を持つように形成してある。この管を取付けたときに、各端部部分の最下端部は、各穴内に形成した段とスカート状そらせ部材に形成した段とに衝合し支えてある。

【0007】本発明の種々の目的及び利点は、添付図面による好適な実施例の以下の詳細な説明から当業者には明らかである。

【0008】

【実施例】図1ないし4には本発明によるボールナット

ねじ装置10を例示してある。ボールナットねじ装置10は外面を持つ細長い円筒形ねじ11を備えている。ねじ11の外面には第1及び第2のつる巻きねじ山11a, 11b(図3参照)を形成してある。第1及び第2のつる巻きねじ山11a, 11bは軸線方向に相互に片寄ってねじ11の縦方向軸線に同心になるようにしてある。

【0009】ボールナットねじ装置10はさらに、円筒形の穴を貫いて形成したナット12を備えている。ナット12を貫いて形成した穴の内面は同様に、相互に軸線方向に片寄った第1及び第2の同心のつる巻きねじ山12a, 12b(図3参照)を持つように形成してある。ナット12に形成したつる巻きねじ山12a, 12bは、ねじ11に形成したつる巻きねじ山11a, 11bに対し寸法及び形状が相補形である。すなわち例示した実施例は、ねじ11及びナット12の軸線方向に片寄った各別の2つのつる巻きねじ山11a, 12a及びつる巻きねじ山11b, 12bを備える。しかし本発明が、ねじ及びナットに単一の相補的なつる巻きねじ山だけしか形成しないボールナットねじアセンブリに使うことができるのは明らかである。

【0010】図3に明らかなようにつる巻きねじ山11a, 12a及びつる巻きねじ山11b, 12bはすべて半円形横断面を持つように形成してある。ねじ11の外径は、ナット12を貫いて形成した穴12aの内径より小さい。すなわちねじ11の外面とナット12の内面とは相互に接触しない。さらにねじ11及びナット12の間に複数個のボール13を配置してある。ボール13はそれぞれねじ11及びナット12に形成した相補的なつる巻きねじ山11a, 12a及びつる巻きねじ山11b, 12b内に部分的に延びる。すなわちボール13は、ねじ11及びナット12の間に玉軸受と同様な転動係合を生ずる。

【0011】ねじ11は典型的には回転動力の源(図示していない)に連結してあるが、ナット12は動かそうとする荷重に固定されている。荷重自体は典型的には、回転できなくてナット12の回転を妨げる。従ってねじ11を回転動力の源により回転すると、ナット12はねじ11に対し軸線方向に動かされる。ねじ11を回転すると、ボール13は相補的なつる巻きねじ山11a, 12a及びつる巻きねじ山11b, 12bを経て転動する。以上述べたボールナットねじ機構10の構造及び作用は当業界では普通のものである。

【0012】相補的なつる巻きねじ山11a, 12a及びつる巻きねじ山11b, 12bを通る各ボール13の転動運動に適応するように、上部及び下部のボール再循環機構20, 20'を設けてある。上部ボール再循環機構20によりボール13を無端の輪内で第1の対の相補的なつる巻きねじ山11a, 12aの一方の軸線方向端部からその他の軸線方向端部まで通すことができる。

同様に下部ポール再循環機構 $20'$ はポール 13 を無端の輪内で第2の対の相補形スレッド $11b, 12b$ の一方の軸線方向端部から他方の軸線方向他方まで通すことができる。2つのポール再循環機構 $20, 20'$ はその他の点は同じであるから、上部ポール再循環機構 20 の構造だけを例示し述べることにする。

【0013】図5に明らかなように上部ポール再循環装置 20 は、その第1の軸線方向端部に隣接してナット 12 を貫いて形成した第1の穴 21 を備えている。第1の穴 21 はナット 12 の外面から内方に第1のつる巻きねじ山 $12a$ に延びている。第1の穴 21 はその中の下方を見ると、一般に卵形である。第1の穴 21 内でナット 12 に段 22 (図4及び5参照)を形成している。段 22 は卵形の第1の穴 21 の一端部のまわりに部分的に延びている。ナット 12 の外面には第1の穴 21 に隣接して第1及び第2の凹入部 $23, 24$ を形成している。両凹入部 $23, 24$ は一般に卵形で卵形第1の穴 21 に大体直交して延びている。第1の凹入部 23 は、一様な深さを持ち内部にねじ穴(図示していない)を形成している。第2の凹入部 24 は徐々に傾斜する深さを持ち第1の穴 21 にすぐ隣接した位置が最も深い。

【0014】同様に上部ポール再循環機構 20 は又、ナット 12 を貫いてのその第2の軸線方向端部に隣接して形成した第2の穴 31 を備えている。第2の穴 31 は又ナット 12 の外面から内方に第1のつる巻きねじ山 $11a$ に延びている。第1の穴 21 の場合と同様に第2の穴 31 はその中の下方を見ると大体卵形である。第2の穴 31 内ではナット 12 に段 32 を形成している。段 32 は卵形第2の穴 31 の一端部のまわりに部分的に延びている。ナット 12 の外面には第2の穴 31 に隣接して第1及び第2の凹入部 $33, 34$ を形成している。両凹入部 $33, 34$ は、一般に卵形で卵形第2の穴 31 に大体直交して延びている。第1の凹入部 33 は、一様な深さを持ち内部にねじ穴 35 を形成している。第2の凹入部 34 は、徐々に傾斜する深さを持ち第2の穴 31 にすぐ隣接した位置が最も深い。

【0015】上部ポール再循環機構 20 はさらに、第1及び第2のスカート状そらせ部材 40 を備えている。スカート状そらせ部材 40 は各穴 $21, 31$ に対し1個ずつ設けてある。各スカート状そらせ部材 40 は、互いに同じであり図6ないし8に詳細に例示してある。図示のように各スカート状そらせ部材 40 は上部フランジ部分 41 及び垂下スカート状部分 42 を備えている。上部フランジ部分 41 は、一般に卵形であり、ナット 12 の上面に形成した第1の一様な深さの凹入部 $23, 33$ 内にはまる寸法にしてある。スカート状そらせ部材 40 の上部フランジ部分 41 を貫いて穴 43 を形成している。スカート状そらせ部材 40 を前記したようにナット 12 に取付けると、穴 43 はそれぞれ第1の凹入部 $23, 33$ に形成したねじ穴 $25, 35$ に同軸に整合する。各穴 4

3 は後述するようにナット 12 へのスカート状そらせ部材 40 の固定を容易にするように穴 43 を設けてある。

【0016】垂下スカート状部分 42 は、形状が一般に半円形で、各段 $22, 32$ に対向する卵形の穴 $21, 31$ の端部内にはまる寸法にしてある。取上げ指状部材 45 は、各スカート状部分 42 の下端部から下方にさらに各穴 $21, 31$ 内に延びている。各スカート状部分 42 の下端部と、協働する取上げ指状部材 45 の後面との間には支持ウエブ 46 が延びている。取上げ指状部材 45 の前面は、湾曲しナット 12 の穴 $21, 31$ 内で段 $22, 32$ に向かい内方に小丘だけ突出している。従ってスカート状部分 42 及び取上げ指状部材 45 の間に弧状の段 47 を仕切る。図4に明らかなようにスカート状そらせ部材 40 に形成した段 47 は、スカート状そらせ部材 40 を穴 $21, 31$ 内に取付けたときにそれぞれ穴 $21, 31$ 内に形成した段 $22, 32$ に対向して位置する。

【0017】上部ポール再循環機構 20 はさらに、第1及び第2の穴 $21, 31$ の間でナット 12 の外面を横切って延びる管 50 を備えている。図1、3、及び4に示すように1対の互いに對向する端部部分 51 を持つ管 50 を形成している。端部部分 51 は下方に湾曲し穴 $21, 31$ 内に延びている。管 50 の端部部分 51 はその中央部分に対して約 90° にわたって延びるのがよい。管 50 は、なお詳しく述べるようにポール 13 が管 50 を経て自由に通過できるだけ十分に大きい内径を持つ。ナット 12 の外面に隣接して管 50 を保持するように普通のクランプ 52 を設けてある。クランプ 52 はこれを貫いて1対の穴 53 (図1参照)を形成している。各穴 53 は、スカート状そらせ部材 40 を貫いて形成した穴 43 とナット 12 に形成したねじ穴 $25, 35$ とに整合するように位置させてある。すなわちクランプ 52 は、後述のように、スカート状そらせ部材 40 をナット 12 に保持する1対のねじファスナ 54 (図1ないし3参照)によりナット 12 の外面に締付けることができる。

【0018】上部ポール再循環機構 20 をポールナットねじ装置 10 に組付けるには、初めにスカート状そらせ部材 40 を穴 $21, 31$ 内に挿入する。この挿入を行うと、上部フランジ部分 41 を第1凹入部 $23, 33$ 内に受入れ、垂下スカート状部分 42 が穴 $21, 31$ 内に下方に延びるようにする。前記したように上部フランジ部分 41 は第1の凹入部 $23, 33$ 内にはまるよう寸法を定めてある。従ってスカート状そらせ部材 40 は使用中にナット 12 に対する運動が生じないように積極的に拘束する。このようにして取付けたときにスカート状そらせ部材 40 の段 47 は同様に前記したように、各穴 $21, 31$ 内に形成した段 $22, 32$ に対向して位置する。

【0019】垂下スカート状部分 42 は、スカート状そ

らせ部材40を取付けたときに穴21, 31の内面に接触しこれに横方向に支えられる。このようにして、このようなスカート状部分に対する支持体を形成し、取付け中にスカート状そらせ部材の位置決めを容易にする。図3及び4に示すように取上げ指状部材45は、スカート状そらせ部材40を取付けたときにつる巻きねじ山11a, 12aの内に下方に延びる。取上げ指状部材45には、ボール13が使用中に循環するつる巻きねじ山11a, 12aの部分の方に向く面部分を設けてある。

【0020】次に管50をその互いに対向する端部部分51を下方に各穴21, 31内に挿入することによって取付ける。この取付けを行うと、各端部部分51のうちの一方の最下端部は図4に明らかなように穴21に形成した段22とスカート状そらせ部材40に形成した段47とに衝合しこれに支えられる。同様に各端部部分51のうちの他方の最下端部は、穴31に形成した段32とスカート状そらせ部材40に形成した段47とに衝合しこれに支えられる。種種の段22, 32, 45の厚さはすべて管50の端部部分51の厚さに等しい。この場合後述のようにボール13が管50を横切って移動する際に各段22, 32, 45と管50の各端部部分51との間に面一の転移部分が得られる。これと同時に各端部部分51の外面は横方向支持体を形成するように、各穴21, 31の内面と垂下スカート状部分42の内面とに接触しこれ等に支えられる。

【0021】又各端部部分51に隣接する管50の中央部分の端部は、それぞれ穴21, 31に隣接して形成した第2のゆるく傾斜した凹入部24, 34に受入れる。これ等のゆるく傾斜した凹入部24, 34により、管50の延びる距離が最小になり又管50に対し付加的支持体を形成する。すなわちこのような凹入部24, 34は2つの穴21, 31間に形成した直線に沿い同軸に延びるのがよい。

【0022】次にクランプ52は、これを貫いて形成した穴53がスカート状そらせ部材40を貫いて形成した穴43とナット12に形成したねじ穴25, 35とに整合するように管50上に位置させる。最後にクランプ52は、ねじファスナ54によりナット12の外面に締付けられ、クランプ52、管50及びスカート状そらせ部材40をナット12に保持するようにしてある。下部ボール再循環機構20'は同様にして組付ける。しかし前記したように下部ボール再循環機構20'は、無端の輪内で第2の対の相補的なつる巻きねじ山11b, 12bの一方の軸線方向端部からその他方の軸線方向端部にボール13を通すことができる。すなわちナット12の下部外面に形成した各穴はこのナットを貫いてこのような第2の対の相補的なつる巻きねじ山11b, 12bに延びている。

【0023】操作時には、軸11を回転するとボール13は第1及び第2の相補的なつる巻きねじ山11a, 1

2a及びつる巻きねじ山11b, 12bを経て転動する。このような転動の方向は軸11の回転方向による。各ボール13が相補的なつる巻きねじ山11a, 12aの一方の軸線方向端部に達すると、各ボール13は前記したようにナット12内に位置させた取上げ指状部材45の内面に接触する。従って各ボール13は相補的なつる巻きねじ山11a, 12aから上方に協働する穴21内にそらされる。ウェブ部分46は、取上げ指状部材45にボール13が接触する際に取上げ指状部材45に対する横方向支持体になる。

【0024】各ボール13は、スカート状そらせ部材45により上方に第1の穴21を経て管50の協働する端部部分51内に案内する。前記したように各ボールは段22, 45間の転移部を過ぎ、管50の端部部分51内になめらかに移動する。又取上げ指状部材45の面の曲率は管50の端部部分51の内面の曲率と実質的に同じである。このようにして、取上げ指状部材45の面の組合う縁部にわたり管50の端部部分51の内部までのボール13のなめらかな転移が容易になる。次いで各ボール13は管50を経てその他方の端部部分を下方に第2の穴31内に移動する。第2の穴31に協働するスカート状そらせ部材40は、第1の穴21に協働するスカート状そらせ部材40と同じである。すなわち各ボール13は、管50の端部部分51と各段32, 45との間の転移部にわたり相補的なつる巻きねじ山11a, 12a内に同様に平滑に案内される。

【0025】前記したようにねじ11及びナット12はその内面に二重のつる巻きねじ山12bを形成したものとして述べ又例示した。しかしひねじ11及びナット12が1条だけのつる巻きねじ山又は全長にわたり相互に隣接して延びる3条又はそれ以上の各別のつる巻きねじ山を持つものとして形成してもよいことはよく知られている。このようにして形成した各つる巻きねじ山に対し前記したような1個又は複数個のボール再循環機構を設けることができる。又単一のつる巻きねじ山を複数の区域に分割することはよく知られている。この場合ボール再循環機構は個別の各区域に対し設けることができる。

【0026】以上本発明によりその作動の原理及び方式をその好適とする実施例について述べ例示した。しかし本発明はなおその精神を逸脱しないで種種の変化変型を行うことができるのはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるボールナットねじ装置の1実施例の展開斜視図である。

【図2】組付けて示した図1のボールナットねじ装置の斜視図である。

【図3】図2に例示したボールナットねじ装置の縦断面図である。

【図4】図3の4-4線に沿う拡大断面図である。

【図5】スカート状そらせ部材の一方だけを取り付けた図

1ないし4に例示したボールナットねじ装置の平面図である。

【図6】図1ないし5に例示したスカート状そらせ部材の1つの拡大斜視図である。

【図7】図6に例示したスカート状そらせ部材の正面図である。

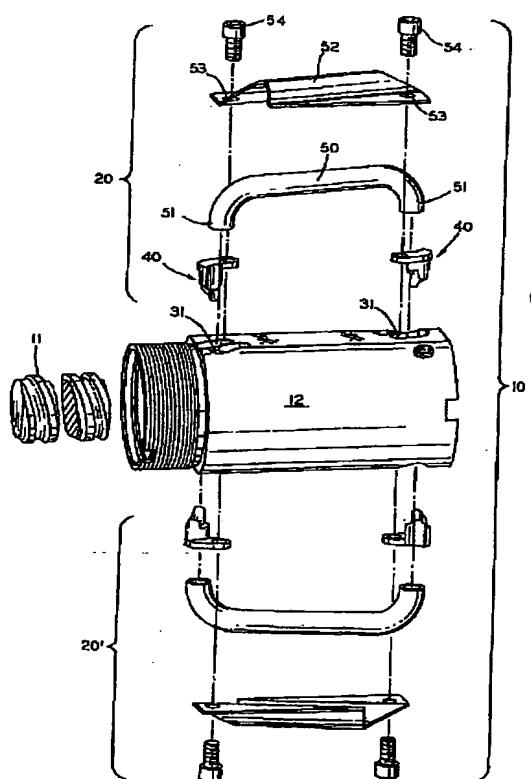
【図8】図7に例示したスカート状そらせ部材の右側面図である。

【符号の説明】

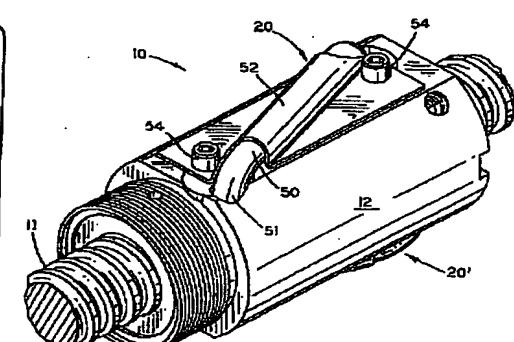
10 ボールナットねじ装置（アセンブリ）

- | | |
|----------|-----------|
| 11 | ねじ |
| 11a, 11b | ねじ山 |
| 12 | ナット |
| 12a, 12b | ねじ山 |
| 13 | ボール |
| 20, 20' | ボール再循環機構 |
| 21, 31 | 穴 |
| 40 | スカート状そらせ部 |
| 41 | フランジ部分 |
| 42 | 垂下スカート状部分 |

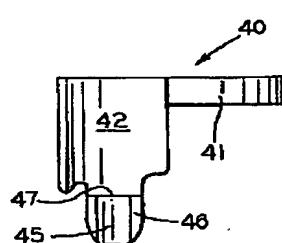
【図1】



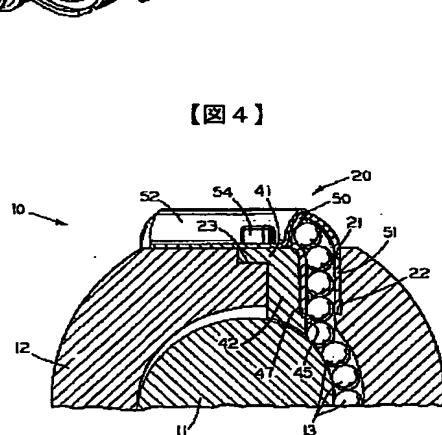
【図2】



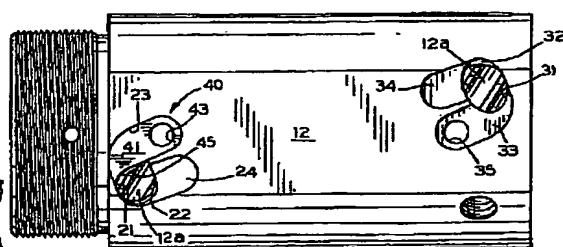
【図7】



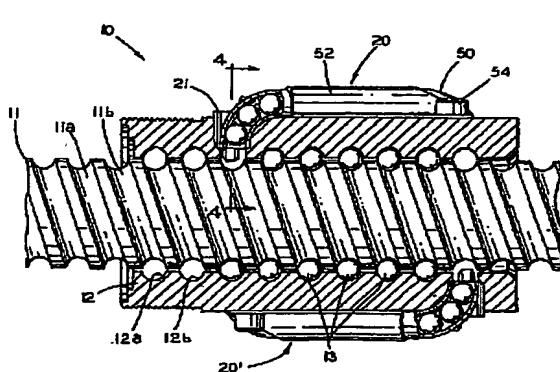
【図8】



【図5】



【図3】



【図6】

